

УДК 616-001.5-089:611.718.72

Шидловський М.С., канд. техн. наук, доц.,

Нікітін П.В., канд. мед. наук,

Лакша А.М., канд. мед. наук,

Шпак Д.Ю., канд. техн. наук, доц.

Національний технічний університет України „КПІ”, м. Київ

Інститут травматології та ортопедії АМН України, м. Київ

Українська військово-медична академія, м. Київ

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЖОРСТКОСТЕЙ РІЗНОГО ТИПУ ОПЕРАТИВНИХ ФІКСАЦІЙ ТАРАННОЇ КІСТКИ ПРИ ВНУТРІШНЬОСУГЛОБОВИХ ПЕРЕЛОМАХ

В останні роки оперативне втручання при пошкодженнях таранних кісток стало більш поширеним за рахунок детального доопераційного планування, більш якісної оцінки стану м'яких тканин зони пошкодження та наявності сучасних засобів фіксації, які дозволяють ранню післяопераційну мобілізацію. Враховуючи те, що до таранної кістки не прикріплюється жоден м'яз, кровопостачання її здійснюється за рахунок судин капсул гомілковоступневого, підтаранного і таранно-п'ятково-човноподібного суглобів, а також за рахунок судин вираженого зв'язкового апарата, точна репозиція та надійна фіксація уламків таранної кістки безпосередньо впливає на їх реваскуляризацію та віддалені результати лікування.

На сьогоднішній день на жаль немає чітких показань до застосування тих чи інших засобів оперативної фіксації переломів таранної кістки. В сучасних літературних джерелах ми не знайшли результатів експериментальних досліджень, які б були присвячені визначенню жорсткості фіксації кісткових уламків таранної кістки при різних методах остеосинтеза. Але аналогічні дослідження проводились на довгих кістках. Метою нашого дослідження було визначення та порівняння жорсткості фіксації натурної моделі перелому шийки таранної кістки (який зустрічається найчастіше) при використанні стандартних методик остеосинтезу спицями Кіршнера, апаратом Ілізарова та малими спонгіозними канюльованими самонарізними гвинтами за рахунок оцінки ступеню зміщення уламків при різних величинах компресійного навантаження.

Для експериментального дослідження використовували стопи людей, які померли від пошкоджень та захворювань, не пов'язаних з патологією опорно-рухового апарата. Консервація препаратів виконувалася за рахунок заморожування до -18°C . Перед тестуванням всі препарати розморожувалися у 0,9 % розчині натрія хлориду протягом 24 годин при температурі $+37^{\circ}\text{C}$. Верхній кінець великої гомілкової кістки впирався своїм опилом та жорстко фіксувався у спеціально розробленому «затисному стакані» для подальшого дослідження препарата у випробувальній машині. Перелом шийки таранної кістки моделювався шляхом виконання поперечної остеотомії у площині, яка перпендикулярна підошовній поверхні та проходить у фронтальній площині посередині між переднім краєм гомілково-таранної суглобової поверхні та верхнім краєм таранно-човноподібної суглобової поверхні. Остеотомія виконувалася остеотомом з широким лезом.

Фіксацію кісткових уламків здійснювали за різними методиками:

– фіксація двома металевими спицями Кіршнера діаметром 2 мм, які за допомогою електричної дрилі вводили в горизонтальній площині перпендикулярно лінії перелому та під кутом 40° одна до одної з верхнього краю надп'ятково-човноподібної суглобової поверхні в напрямку до заднього виростка таранної кістки на відстані 15 мм одна від одної;

– фіксація спицьовим апаратом черезкісткової фіксації (апаратом Ілізарова). Фіксацію перелому виконували двома спицями діаметром 2 мм, які проводили через уламки таранної кістки в горизонтальній площині паралельно площині остеотомії за загально визнаною стандартною методикою;

– фіксація двома малими спонгіозними самонарізними канюльованими гвинтами діаметром 4 мм, довжиною 45 мм та діаметром каналу 1 мм. Попередньо за допомогою електричної дрилі в уламки вводили в горизонтальній площині перпендикулярно лінії перелому та паралельно одна до одної напрямляючі спиці Кіршнена діаметром 1 мм з верхнього краю суглобової поверхні таранно-човноподібного суглоба в напрямку надп'яtkової кістки до заднього виростка таранної кістки на відстані 20 мм одна від одної. По напрямляючим спицям вводили малі спонгіозні самонарізні канюльовані гвинти. Після створення міжуламкової компресії гвинтами напрямляючі спиці видаляли.

Для визначення жорсткості фіксації уламків таранної кістки з різними видами остеосинтезу при осьових компресійних навантаженнях за критерій було вибрано сумарний модуль вектора зміщення ΔL . Це надало змогу визначити жорсткість фіксації при різних способах остеосинтезу безпосередньо у місті перелому. Вектор ΔL утворено реперними точками А і В, які були позначені на латеральній поверхні таранної кістки з обох сторін біля лінії остеотомії на відстані 10^{-2} м одна від одної. Модуль вектора зміщення розраховували за формулою:

$$|\Delta L| = \sqrt{\Delta L_B^2 + \Delta L_\Gamma^2 + \Delta L_\sigma^2} \quad (1),$$

де ΔL_B - проекція переміщення вектора ΔL на вісь Y;

ΔL_Γ - проекція переміщення вектора ΔL на вісь X;

ΔL_σ - проекція переміщення вектора ΔL на вісь Z.

При розрахунку модуля вектора зміщення ΔL відстань проекції переміщення вектора ΔL на вісь Z не враховували, тому що в кожному з досліджень вона дорівнювала практично нулю та не вносила жодних змін в результати. Враховуючи це, формула (1) спрощувалася до формули (2):

$$|\Delta L| = \sqrt{\Delta L_B^2 + \Delta L_\Gamma^2} \quad (2).$$

Стендове тестування натурних моделей при компресійних навантаженнях виконували на кафедрі динаміки і міцності машин та опору матеріалів НТТУ „КПІ” за допомогою універсальної випробовуваної машини TIRATEST-2151. Результати досліджень розміщені в табл. 1.

Табл. 1. Середнє значення сумарного вектора зміщення М (мм) та стандартна помилка середнього m (мм) при фіксованих осьових компресійних навантаженнях Р (Н) і різних способах фіксації кісткових уламків

Спосіб фіксації	Малі спонгіозні самонарізні канюльовані гвинти					Апарат Ілізарова					Спиці Кіршнера				
	М	±m	Р	М	±m	Р	М	±m	Р	М	±m	Р	М	±m	Р
М	0,17	0,59	1,03	1,49	2,06	0,39	0,95	1,54	2,22	3,07	0,6	1,41	2,5	3,81	5,26
±m	0,016	0,022	0,027	0,029	0,024	0,027	0,040	0,036	0,030	0,047	0,068	0,067	0,059	0,063	0,079
Р	100	200	300	400	500	100	200	300	400	500	100	200	300	400	500

На основі отриманих даних побудовані графіки залежності зміщення кісткових уламків надп'яtkової кістки (М) від осьового компресійного навантаження (Р) при різних методиках їх фіксації.

При оцінці результатів експерименту виходили з того, що чим менше модуль сумарного вектора зміщення, тим вище характеристики жорсткості системи, що досліджувалася.

З метою коректної оцінки результатів дослідження ми використали критерій Сть'юдента (t) для порівняння статистичної достовірності розходжень середніх зміщень кісткових уламків при обраних навантаженнях та методиках фіксації. Критерій Сть'юдента розраховували за формулою:

$$t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{\frac{m_1^2}{m_1} + \frac{m_2^2}{m_2}}} \quad (3),$$

де M_1 та M_2 – середні значення загальних зміщень уламків п'яткової кістки при визначених навантаженнях та способах фіксації; m_1 та m_2 – стандартні помилки середніх.

При біомеханічних випробуваннях прийнята статистична ймовірність 0,95, що за табличними даними при $n = 5$ відповідає критичному критерію Сть'юдента – $t = 2,57$. Для порівняння жорсткості фіксації різними способами у відсотках за 100% взята жорсткість фіксації при остеосинтезі малими спонгіозними самонарізними канюльованими гвинтами (при усіх обраних навантаженнях), тому що при цьому виді остеосинтезу жорсткість фіксації була найвищою, і розраховували відсоток, на який жорсткість фіксації була вище при відповідних навантаженнях (табл. 2).

Таблиця 2. Відсоток переваги жорсткості фіксації надп'яткової кістки різними методами при фіксованих осьових компресійних навантаженнях.

Навантаження Р, Н	100	200	300	400	500
	Відсотки				
гвинти-апарат	129	61	49	49	49
гвинти-шпиці	252	139	143	156	155

Висновки

1. Жорсткість фіксації фрагментів таранної кістки двома паралельно введеними малими спонгіозними самонарізними канюльованими гвинтами достовірно відрізняється ($P < 0,05$) від жорсткості фіксації шпицями Кіршнера та при використанні апарата Ілізарова і перевищує їх при осьовому компресійному навантаженні від 100 до 500 Н відповідно від 143 до 252% та від 49 до 129%.
2. Малі спонгіозні самонарізні канюльовані гвинти є оптимальним засобом фіксації при переломах шийки таранної кістки і можуть бути рекомендовані до практичного використання.